

探索・探究単元「入ろう！大気圧の世界へ」（1年）

（1）このような力をつける

- ① 空気の重さで生じる大気圧があらゆる向きからはたらく中で生活しているという見方や考え方ができる。
- ② 【関心・意欲・態度】 チェンバーで起きた現象の謎を解き明かそうという意欲をもって追究し、大気圧の働きや大気圧と空気の重さの関係を調べようとする。
- 【科学的な思考】 大気圧が空気の重さから生じていることを説明でき、ひとたび、大気圧とのつり合いが崩れると、大変な大きさの力が働くことを推論できる。
- 【技能・表現】 大気圧が物体にあらゆる向きから働いてつり合っていることを矢印で表現できる。
- 【知識・理解】 地上の物体には大気圧が働き、チェンバーの中と外がつり合っていることがわかる。

（2）単元の展開（ゴシック体はテーマ具現の手だて）

段階	学習活動	生徒の意識（◎）と 教師のかかわり（・）	時間
導入	1 大気圧チェンバーに入って押される体験から大気圧の存在を意識する。	<ul style="list-style-type: none"> ・チェンバーを提示し、何をやるものだろうかと発問する。 ◎中に入ってみたい。 ◎空気を抜くんだと思う。 ◎死んじゃうよ。 ・入ってみたい生徒をチェンバーに入れて掃除機で空気を抜く。 ◎どうして、こんなに壁に押されたのかなあ。 ・全員がチェンバーを体験するよう促し、チェンバーに入り、感じたことや疑問、外から見ていて気づいたことを発表し合う。 ◎空気を抜いていくとビニルの壁がへこんで押されたのはなぜかなあ。 ◎壁がへこんだのは物体の形が変わったのだから力が働いているということだ。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">これって空気の圧力によって、押されているってことじゃないかなあ？</div> <div style="font-size: 2em;">↔</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">そうなの？ただ掃除機が空気を吸い込んだからじゃないの？</div> <div style="font-size: 2em;">↔</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">チェンバー中の空気が減って、外の空気の力が強くなったからじゃないかな。</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・壁にはたらく力を矢印で図示して予想し合い、目に見えない空気の状態をイメージ化できるようにすることで、水圧の時のように力のつり合いに着目できるようにする。 ◎掃除機の吸う力、空気が抜けていくとき引っ張る力がはたらいたのだろう。 ◎中の空気が少なくなったので、つり合いが崩れて外から押されたのだろう。 	1
展開	2 本当に大気圧によって押されたのか調べる。	<ul style="list-style-type: none"> ・チェンバーの壁の内側に糸をつるして、掃除機の吸う力、内側から引く力なのか調べる。（反証実験） ◎糸が全然動かない。内側から引く力じゃないんだ。何が押しているのか？ ◎壁に押されたのは空気の圧力によるものかはっきりさせたい。 ・2力のつり合いをもとにした考えを実証するために、真空調理器を提示し、中に風船を入れて、空気を抜いたり、入れたりする実験を提案する。 ◎容器内の空気が吸い出されれば、風船はふくらむだろう。 ◎どうなるかな。真空調理器で空気を引いて中の風船が動くか調べよう。 <p>・それぞれの実験結果や考察を発表し合い、内部の空気が少なくなると外部から力がはたらい、物体が変形することを共有化できるようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎空気にも重さがあるから空気の圧力がはたらいしているんじゃないかな。 ◎空気が少なくなると空気の圧力のつり合いが崩れて壁から押されたんだ。 	2
発展	3 空気の重さを量り、大気圧の学習のまとめをする。	<ul style="list-style-type: none"> ◎空気の圧力の大きさってどれくらいなのかな？ ・空気の重さを量る実験を提案する。エアコンプレッサを紹介してスプレー缶に空気を詰めて、メシリンダー内に水上置換で空気をぬいて、空気の重さを測定できるようにする。 ◎確かに空気に重さがあるぞ。調べた体積をもとにして、1リットルあたりの空気の重さを計算してみよう。 ◎1リットルあたり約1.2gだ。 ・手のひらや体にどのくらいの力を受けているか計算してみるよう促す。 ◎手のひらで100kg、体で何トンもの力を受けていることになる。 ◎実際に感じないのは、あらゆる方向から働いている大気圧と体の中に入っている空気が内側から押し返してつり合っているからだ。 	3

(3) 教材研究

①素材研究「大気圧チェンバー」

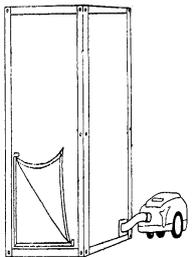
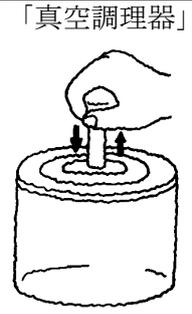
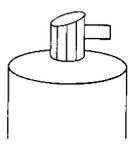
平成11年に大気圧チェンバーは開発された。その実践事例は「信州大学附属松本中学校 研究紀要 第44集 生徒が学びを拓く学校づくり【初年時】」に発表されている。(別紙資料参照)その後、毎年、実践が積み重ねられ、ここ2年間は犀陵中学校で、教材化と学習展開の研究が進んでいる。犀陵中では、どこでも、誰でもチェンバーの授業ができることを目指し、3時間の単元を開発した。今回は第1時のチェンバーとの出会い場面を報告する。

【材料】塩化ビニルパイプと接続パイプで枠を作り、テーブルクロス用のビニールシートを接着して壁を作る。予算は接着剤も含め、1～2万円で制作できる。

【大きさ】理科室や教室の出入り口から出し入れできる大きさに作ると移動が簡単である。その大きさを1回に約6名の生徒が体験することができる。

【留意点】靴を脱いで裸足(靴下はOK)で入ると底部のビニールが押してくるのを感じ取ることができる。減圧しすぎると、チェンバー自体の破損や人体に危険であるので、チェンバーの枠が斜めに歪み始めたら空気を抜くのをやめる。

②教材化の研究

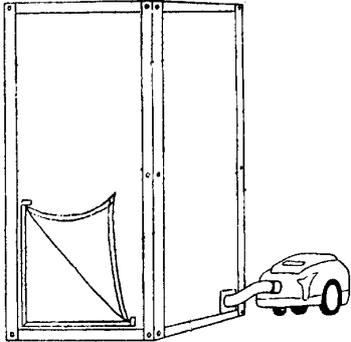
教材	教材のもつ価値	教師の支援	生徒の意識
 <p>「大気圧チェンバー」</p>	<ul style="list-style-type: none"> チェンバー内はゆっくりと減圧されていき、ビニールの壁が横からせまってくる。掃除機による空気の吸引と壁のへこみの因果関係をはっきりと意識できる。 密閉していたビニールを一気に取り去ると、室内へ風が吹き込み、気圧の急激な変化から耳に違和感が残る。 	<ul style="list-style-type: none"> チェンバー内に複数で入るよう助言して、生徒たちが互いの力を合わせても身動きできない程の力が加わっていることを意識できるようにする。 高山へ行った時の連想から菓子袋が膨らむんじゃないかという考えが出たら、実験できるように用意しておく。 	<ul style="list-style-type: none"> 耳が痛くなった。この感じて車で急に高い所へ移動した時なんかを感じるのと同じだ。 風船や菓子袋を入れたらどうなるかやってみたい。 どうして、空気を抜くと壁がへこんだんだろうか。 壁がへこんだのは、まわりの空気が押しているからか掃除機が空気を吸い込んだからか。
 <p>「真空調理器」</p>	<ul style="list-style-type: none"> 容器中の空気を抜いていることをピストンを引く力で体感できる。また引く力をしだいに強くしていかないと空気が抜けない。 蓋を取るために空気弁を開けると気圧差で音を立って空気が容器内へ流入していくことが観察できる。 	<ul style="list-style-type: none"> チェンバーではビニールの壁が伸び縮みしたけれど、真空調理器はアクリルの硬い壁でできているのでへこむことがないようにつくられていることを伝え、容器に入れた風船の様子をもし自分が中に入っていたらというイメージで見られるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 風船は大気圧チェンバーに入れた時と違って、ピストンを引く度に、どんどん膨らんでいくぞ。破裂させるまででピストンを引こうもし、人間が中に入っていたら、すごいことになるぞ。 空気弁を開けると、すぐに風船はしぼんでしまう。
<p>「空きスプレー缶に空気ポンプで空気を入れる実験」</p>	<ul style="list-style-type: none"> 空気ポンプで空き缶に空気を入れるのにかなりの力が必要なことが体感できる。 空気を入れる量によって、吹き出す勢いが変わる。 空気を缶につめた分だけ重くなることを確かめることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> スプレーから吹き出す空気を紙吹雪などに当てるよう助言して、吹き出す勢いが視覚化できるようにする。 上皿天秤を用意しておき生徒が利用できるように準備しておく。 	<ul style="list-style-type: none"> 空気ポンプを押すのに、けっこう力があるなあ。 空気を入れていったら、缶が熱くなってきたぞ。 たくさん詰めると空気の勢いが強くなるぞ。 空気が詰まったのから重くなっているんじゃないかな測ってみよう。

(4) 本時の学習指導案

①ねらい

大気圧チェンバーに一人一人が入り、チェンバーの変化を図で表し、感じたことや疑問を発表し合うことを通して、掃除機でチェンバーの空気が吸うとすごい力で押されたのはなぜか、耳が痛くなったのはなぜかなどの自分の問いをもつことができる。

②本時の展開

過程	学習活動と生徒の意識 (◎) 【学習形態】	支 援	時間
課題を設定し	<p>1 チェンバーでどんな実験をするのか予想する。【全体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎温室かな。 ◎電話ボックスみたい。 ◎入り口がある。人が入らんじゃないか。 ◎穴がある。ここから空気を吸い出すんじゃないか。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>学習課題：チェンバーに入り、中の空気を抜いて、感じたことや疑問を出し合おう。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ○「今日も圧力について学習します。何で学習するかというと、このチェンバーです。」と言ってチェンバーを提示する。 ・中に人が入って空気を抜く実験をすることを生徒の発言やつぶやきをつなげて、実演し、本時の課題を設定する。 ○「今度はチェンバーに一人一人が入って圧力の学習をするよ」と投げかける。 ・「グループごとに入って感じたことや疑問を学習カードにまとめよう」 ・友だちがチェンバーを体験しているのを見ているときも、気づいたことをメモするよう伝える。 	10
探究し	<p>2 チェンバーに入り、中の空気を掃除機で抜く実験を行う。【グループ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎上も下も右も左も前も後ろも中によってきて全体にしめつけられる感じがした。 ◎外から押されている感じがした。 ◎ビニルを開くと、耳が痛くなった。山へ行ったときの感じがする。 <p>3 感じたことや疑問を学習カードにまとめる。【個】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎どうして、こんなに壁に押されたのかなあ。 ◎空気を抜いていくとビニルの壁がへこんで押されたのはなぜかなあ。 ◎強い力で圧迫されたのは掃除機が空気を吸い込む力だろうか。 ◎自分が壁に押されたのは空気の圧力によるものか。 <p>4 感じたことや疑問を発表し合う。【全体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎なんで空気がぬけただけでしめつけられるのか。 ◎壁が変形しているのだから、力が働いているんだろう。 ◎ただ掃除機が空気を吸い込んだからじゃないの？ ◎しめつけられたのは、中の空気が減り、外の空気の力が強くなったからだろう。 ◎2力のつり合いで考えると掃除機の力とはいえない。 ◎これって空気の圧力によって、押されているってことじゃないかなあ？ ◎チェンバー中の空気が減って、外の空気の力が強くなったからじゃないかな。 	<ul style="list-style-type: none"> ○実験方法の注意点を説明する。 ・靴を脱いではいらぬ。ビニルの壁をたたかない。 ・中で友だちを押さない。 ・大騒ぎしないで、変化をじっくりと感じ味わう。 ○今までの生活経験を思い出して疑問に対する予想も考えるよう投げかける。 ○壁にはたらく力を図示して予想し合い、目に見えない空気の存在をイメージ化できるようにすることで、水圧の時のように力のつり合いに着目できるようにする。 ○机間巡視の留意点 ・面白さや楽しさだけを強調して書いている生徒に、体で感じたことは何か、不思議に思ったことは何か思い出そう助言する。 ○大気圧チェンバーに入り、感じたことや疑問を発表するよう促す。 ・最初に感じたことを発表しあい、続けて、疑問を発表し合う。 ・出てきた疑問について、予想を話し合うようにして、問題を吟味できるようにする。 ・既習事項や経験と結びつけて考えている生徒を計画的に指名し、生徒のよさを位置づける。 ○「大気圧が働いてへこんだのか」「掃除機が吸ったからへこんだのか」と対立する予想を出し合い次時の探究の方向を明らかにしていく。 	30
まとめる	<p>5 これから調べていきたいことを決める。【個, 全体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎掃除機でチェンバーの空気が吸うとすごい力で押されたわけを調べたい。 ◎山から下ってくるときのように耳が痛くなったのはなぜか調べたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ○自分が調べたいことを学習カードに書き、数名が発表できるようにする。 ○今日の授業を振り返って、気づいたことや感じたことを学習カードに記入するよう伝える。 	10

(5) 授業の実際と考察

①課題を設定する場面で

- T 1 : (教卓上に置いたチェンバーに暗幕をかけて隠してある。教師が暗幕をとる)
今日は、この犀陵チェンバーを使って学習します。
- 生徒 : 何、あれ?
- 生徒 : 中に入るんじゃない?
- T 2 : 中に入るのか……。入ってみたい人いる? (生徒、数名挙手)
- 生徒 : 中に入って空気抜くんじゃない? 空気抜いたら死んじゃうよ。
- T 3 : 入ってみたい人は前へ出てきてください。(3人の生徒が前へ出て、靴を脱いでチェンバーに入る。)
- 生徒 : 3人よりもっと入れそう。
- T 4 : そうか。ちなみに今日は全員に入ってもらいます。
(生徒「えー!」の驚きの声。その声と共に2名の生徒が立ち上がり、チェンバーに駆け寄り、中に入る。)
- T 5 : 危険なので中で暴れないでね。中で押し合うと、チェンバーが倒れてしまうから。空気をどうやってぬく? 空気を吸い出すいい方法ないかな?
- 生徒 : 掃除機
- T 6 : 空気を抜いていったときに、中の人たちはどんな変化が起きたのか体全身で感じ取ってください。見ているみんなは、外から何が起こっているかしっかり見ていてください。
(ガムテープで入り口を閉めた後、空気を抜き始める。)
- 生徒 : しぼんでいく。はりついてく。(チェンバーの壁が中の生徒たちにはりつく。)
- T 7 : あけた瞬間どうなるか見ててね。(入っていた生徒は、「オー」と声をあげる。)
- T 8 : 今、中に入った人たち、掃除機で吸っているときに、どんなこと感じましたか。
- 生徒 : 頭いたい。
- 生徒 : せまい。
- 生徒 : 息が……。
- 生徒 : おもしろかった。
(学習課題「チェンバーに入り、中の空気を抜いて、感じたことや疑問を出し合おう」を板書する)
- T 9 : 入り口を開けたとき、どんなこと感じたかな。外から見ていた人たちはどうだったかな。中にはいるのは一回だけだから、体で感じ取ってください。そして、中に入って空気が抜けていくとどんなことを感じるのか。自分の言葉で書いていって下さい。列単位でどんどん入っていってもらいます。女子は女子、男子は男子で入ってもらいます。

【考察1】

チェンバーを提示するだけで、生徒は反応し、実験の手順を考え始めていた。最初の5人の生徒がチェンバーの中に入ったときが、全体への事象提示になっている。「空気を抜いているとき」「入り口を開けたとき」の変化を中に入っているときと外から見ているときの両方から体感、観察させ、事実の発見をしっかりとさせるとよいだろう。



②追究する場面で

(最初のグループがチェンバーに入る。まわりに生徒が集まる。)(空気を抜き、入り口を開ける。)

生徒：おもしろい。

生徒：締め付けられる感じ、耳痛い。

(次のグループがチェンバーに入る。)

T10：開けたときにどんなことを感じたのか注意深く感じ取ろう。出た人はすぐ記録しなさい。

生徒：苦しかったよ、入ったときよりも顔が引きつってる。

(最後のグループがチェンバーに入る。)

T11：今、宮尾君が天井押してたんだけど、みんな見て。宮尾君、もう一回天井押してみて。

(全員席に戻って学習カードを書く)

T12：できるだけ詳しく、外から見たときと中に入っているときの、吸っているときと開けたときの様子を書きましょう。

【考察2】

「おもしろい」とつぶやく生徒が多いが、頭痛や耳痛を感じる生徒もいるので、慎重に行いたい。また、おもしろさから観察がおろそかになる場合もあるので、事実を正確に捉えさせたい。T11のように、生徒が事象にはたらきかけている様子を見逃さないことが大切である。その姿をとりあげて、全体に紹介することで、あらゆる向きから大気圧がはたらいっていることの実感につながるだろう。

③まとめの場面で

T13：鉛筆を置いて前を向きましょう。入ったときのことから発表して下さい。

生徒：中からさわっても固かった。天井も。空気が抜けてビニールがひっぱられたからだと思う

T14：さわると固かった人いますか？(1～2名挙手)

生徒：最初柔らかかったけど、空気が抜けていくと固くなった。

T15：違う点からどうですか？

生徒：締め付けられる感じがした。

T16：締め付けられるって書いた人いますか。(3～4名挙手)

生徒：空気が抜けると身動きがとれなくなった。

T17：違うこと書いた人。

生徒：押される感じがした。

T18：押されるって書いた人いますか。(1～2名挙手)

T19：まだ違うこと書いた人いないかな。

生徒：耳がきーんとした

T20：すってるときも？(生徒がうなずく)

生徒：耳が痛かった

T21：どんなときに痛かった？詳しく言ってみよう。

生徒：吸っているときに耳が痛かった。

T22：吸っているときに耳がいたかった人は手を挙げてみてくれる。(数名が挙手)入り口を開けたときにどういう感じがしましたか。

生徒：締め付けられていたけど、空気が入ってきたらみんなが離れた。

生徒：耳が痛くなった。

生徒：山に入った時みたいに、耳が変になった。

T23：チェンバーを外から見ていたときの様子を発表してもらいたいと思います。掃除機で吸っているのを外から見ているときはどうでしたか。

生徒：どんどん小さくなっていった。

T24：何かに例えていってくれたよね。

生徒：真空パックみたい。

生徒：クリーニングから帰ってきた洋服みたい。

生徒：テレビショッピングの、布団をビニールに入れたやつみたい。

生徒：手にビニール袋をして水の中に入れたみたい。

T 2 5 : 入り口を開けたとき、外から見ていた様子は
どうでしたか。

生徒：しぼんでいたのが一気にはなれた。

T 2 6 : このようなことが起きていたということは、
よろしいですか？耳については感じた人、
感じなかった人がいたようですが、こういうこ
ともあった人もいたということです。じゃあ、
どうしてこういうことがおきたのでしょうか。
図と文で表してみましょう。

(机間巡視)

T 2 7 : 何人が発表してもらって終わりにしましょ
う。

生徒：空気が無くなって、ボンと縮む。

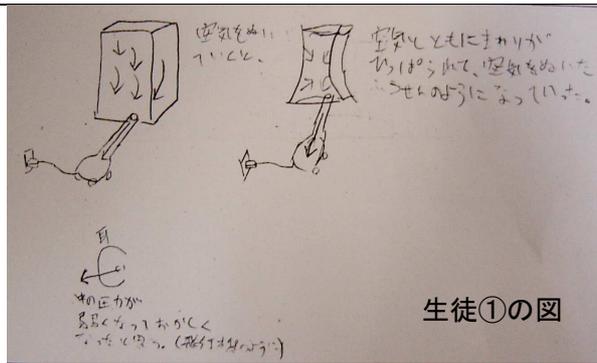
生徒：水圧のように気圧もある？

生徒①：ビニールの柔らかい面が空気と一緒に吸い
付けられた。空気が抜けるとチェンバーも引い
た。

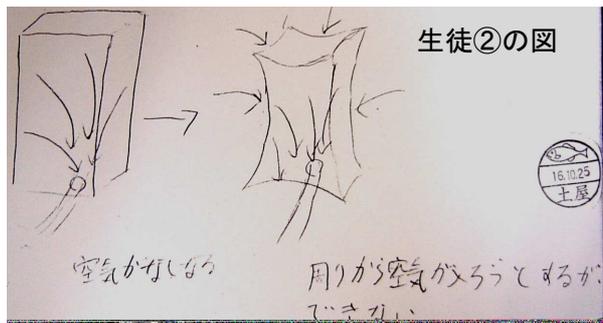
生徒②：中の空気がなくなると、外の空気が入って
こようとするけど、ビニールがあって入れない
ので、外から押す。

生徒③：空気を吸うとつり合いが崩れて、外の空気
の力が強くなって押す。

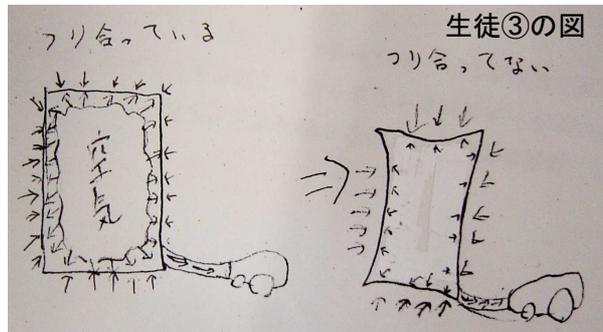
T 2 8 : 一人ひとりのイメージのちがいをもとに、
こうなるのはなぜかっていうところをさら
に追究していきたいと思います。



生徒①の図



生徒②の図



生徒③の図

【考察3】

生徒①「掃除機が吸う力」、生徒②「まわりの空気が押す力その1」、生徒③「まわりの空気が押す力その2」と3人の生徒の図も取り上げた。ここでは、生徒には「なぜ押されたのか」という疑問と「こういうことが起きたわけは、自分はこう思う」という予想と両方を含んだ意識が成立している。これを「自分の問いをもった」状態と考えたい。教師は、3人の生徒に図を板書させることにより、一人一人が自分はどの考えなのか比べさせる効果をねらった。そうすることで生徒の問いを吟味し、仮説が成立するようにしたかったからである。

④第2時以降の学習

【第2時】

「掃除機の吸う力、空気が抜けていくとき引っ張る力」と「中の空気が少なくなったので、外から押された」という2つの対立する考えが出てきた。それぞれの予想を検証するため、チェンバーの内壁に糸をつるして空気を抜いた。糸がほとんど動かないことから、掃除機の吸う力や内側から引く力ではないだろうということになった。続いて、真空調理器の中に風船を入れて空気を抜くと風船が大きくなる実験を行った。これを見た生徒は空気が薄くなると、濃いほうを押すのだろうと考えるようになった。

【第3時】

空気にも圧力があるのかということが問題となったので、空きスプレー缶に空気入れて空気を押し込み、空気の重さを測定した。空気にも重さがあることがわかり、その重さは手のひらで100kgに達すると知ると、驚いていた。

(6) 研究の成果とさらに究明したい点

①研究の成果

- ここでは明らかにしていないが、前単元「力と圧力」で、「力がはたらくと物体の形が変わる」「水の重さで水圧が生じる」ことを学習しておく必要がある。水槽にビニル袋をして手を入れると、水

に押されていることを体感できる。これも圧力であることを実感させてから大気圧の学習にはいるのがよいと考える。

- ・ チェンバーとの出会いが大切である。教師の説明主導ではなく、自然と生徒がそこに入り、空気を抜くような場面を作りたい。その際に注意すべき点や観点を生徒との対話から意識づけることができるようになった。第1回目のチェンバー体験が事象提示になるようにするのがよい。
- ・ 「空気を抜いているとき」「入り口を開けたとき」の変化を中に入っているときと外から見ているときの両方から体感，観察させ，事実の発見をしっかりさせるとよいだろう。
- ・ 全員が体験した後，まずは事実の発見を出し合うとよい。時間が少ないので，計画的に指名する必要がある。事実の共有化が行われた後，問題設定であるが，生徒の問題は「なぜ押されたのか」「耳が痛くなったのはなぜか」「なぜ栓がねじれたのか」など多様である。そこで，「このような事実が起きたのはどうしてか」と発問し，それぞれの考えを図と文で書かせるのがよいと思われる。このとき，矢印で力または圧力を図示するようにする。そうすることで，生徒は自分の疑問と予想を整理し，自分の問いをもつことができる。
- ・ チェンバーで起きたことに対するそれぞれの考えを出し合い，吟味しあうことが大切である。ここで教師は代表的な考えの生徒をとりあげ，図を書かせて説明させるのがよい。そうすると，「掃除機の吸う力，空気が抜けていくとき引っ張る力」と「中の空気が少なくなったので，外から押された」という2つの対立する考えが出てくるはずである。
- ・ 第2時以降では，チェンバーの壁の内側に糸をつるす実験，真空調理器の実験を行い，図を書きながら考えていくように支援すると，圧力差という仮説が正しいことをとらえていく。第3時では，空気の重さを量るとともに，手のひらにかかる力などを計算する時間をとると，計算が苦手な生徒でも意欲的に取り組むことができる。

②さらに究明したい点

- ・ 第2時以降に自分の仮説を実証するための実験を個別，またはグループで考え，検証する授業を仕組んだことがあったが，単元が5時間以上かかってしまった。単元展開，時数はさらに究明したい。
- ・ チェンバー内の気圧の変化については正確に測定したことがない。気圧計で正確に測定したい。そして，チェンバーが他にどんな価値をもった素材なのか研究を続けたい。
- ・ 生徒にとっては強烈な教材のようで，試験管が減圧して指からとれなくなった場面などで，「チェンバーみたい」とつぶやくのを耳にすることがあった。チェンバー自体を生徒はどうとらえているのか，さらに分析してみたい。